



# سلسلة من كل علم خبر

## الاكتشافات الكبيرة

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

١٦



• التلغراف الكهربي  
يخترع راسم

• آلة الخياطة

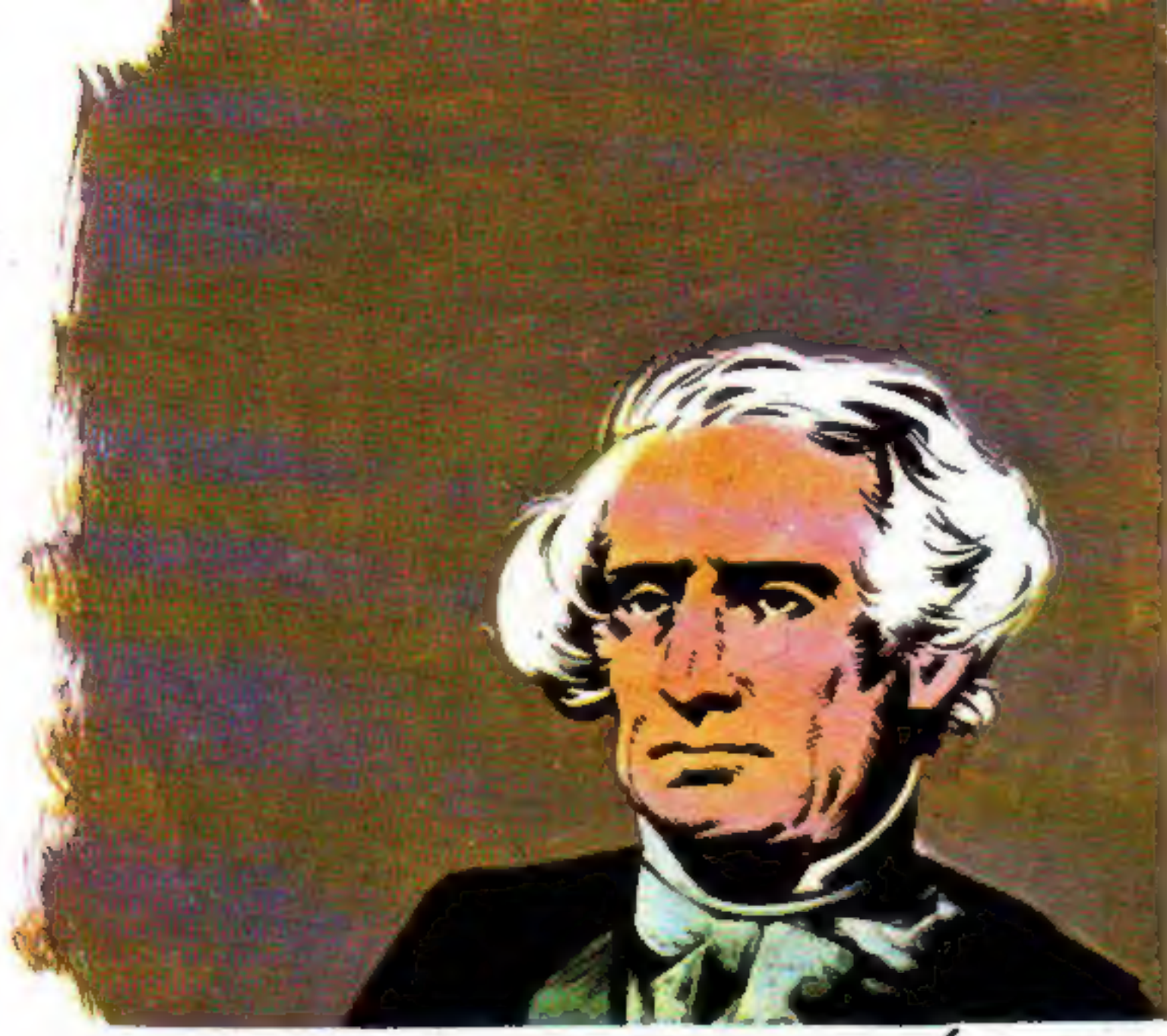
• عربة التصوير تنفتح على كل شيء



Les Grandes Inventions  
F. Lot  
Librairie Hachette

مكتبات مكتبة سكيمير  
شارع غورو - بيروت  
تلفون ٢٢٦٠٨٥ - ٢٣٨١٨١





وجه « صموئيل فينلي بريز مورس » الجميل النشيط ، الذي  
اشتهر كرسم ، قبل أن يغدو صاحب اختراع سيكسبه إعجاب  
العالم وشكره .

## التلغراف الكهربائي مخترع رسم في رحلة استجمام بحرية

لندن ، حيث أكسبته لوحته « موت هرقل »  
وساماً ذهبياً ، أسس في نيويورك « أكاديمية  
التصميم الوطنية » . وفيما كان الرسم  
عائداً من رحلة ثانية إلى أوربا ، على متن  
السفينة « سُلِّي » ، تسنى له أن يتباحث مع  
أحد الركاب في أمر « كهريطيس » كان  
المسافر قد ضمه الى أمتعته ، في جملة ما  
حمله من ذكريات رحلته . ولا شك أن  
البحث دار بينهما حول أعمال « أمبير »  
الأخيرة ... الواقع أن تأملات « مورس »  
كانت تدور حول الفكرة التالية : « إذا  
كنا نستطيع أن نلاحظ وجود الكهرباء.

إن جهاز إبراق يعتمد<sup>(١)</sup> الإشارات  
البصرية ، كجهاز « شاب » ، كان في  
الحقيقة مُجدِياً<sup>(٢)</sup> ، ولكن ما كان بوسعه  
العمل ، إلا إذا توفرت له شروط رؤية صالحة .  
هذا ، وكان قد شاع ، في نهاية القرن  
الماضي ، رأي يقول بأن استعمال التيار  
الكهربائي قد يوفر نتيجة أفضل كثيراً ،  
في هذا المضمار . والطريف أن من سيحقق  
هذه الفكرة لن يكون عالماً ولا مهندساً ،  
بل رسّاماً هو الفنان الأميركي « مورس »  
( ١٧٩١ - ١٨٧٢ ) .

بعدما درس « مورس » فن الرسم في

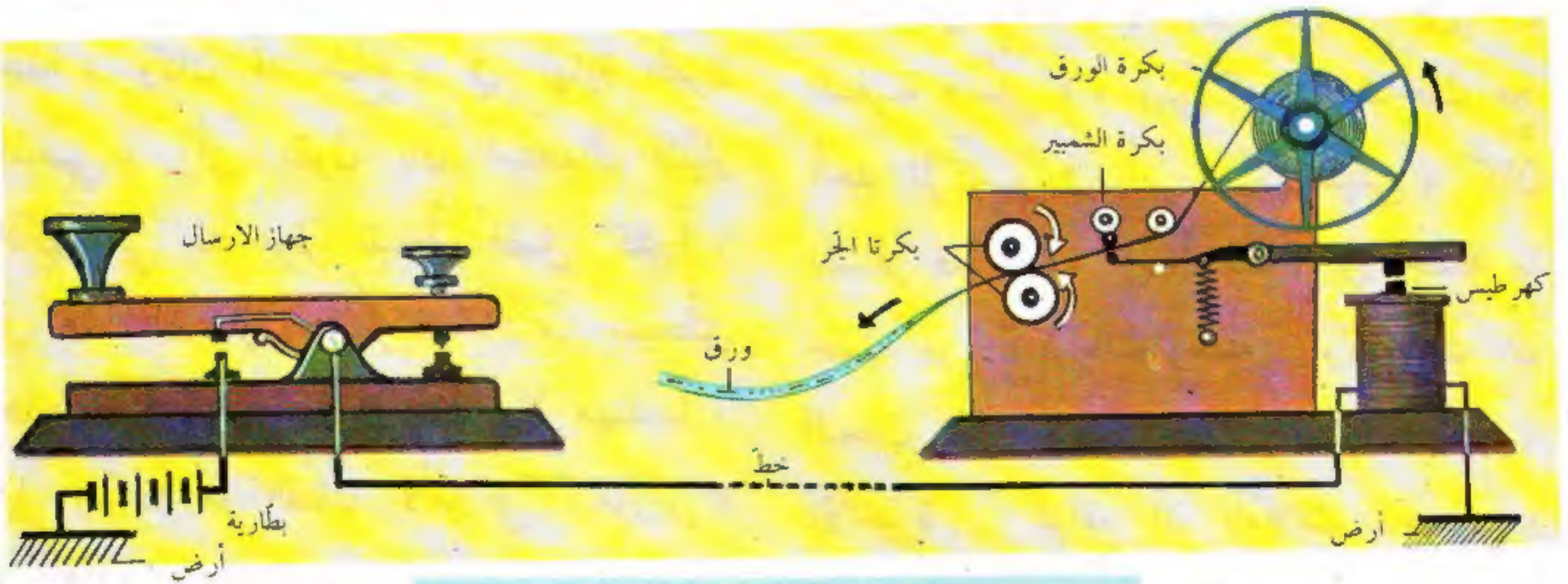


في موضعٍ ما من الدورة ، فنقلُ الفكرة مباشرةً بواسطة الكهرباء أمرٌ ممكنٌ ... وما أتى اليوم التالي ، حتى أعلن «مورس» لقبطان الباخرة : « عندما سيبلغك خبرُ اكتشاف التلغراف الكهربائي ، تذكرُ أن هذا الإكتشاف قد تمَّ على متن « السلي » بتاريخ ١٤ تشرين الأول ١٨٣٢ ! » ولم تبلغ الرحلة نهايتها ، حتى كان «مورس» قد وضع المبادئ العامة لإكتشافه .

عندما وصل «مورس» إلى أميركا ، لم يكن عليه إلا أن يُركبَ جهازَي الإرسال والاستقبال اللذين كان قد وضع تصميمهما على أوراقه . ولم يتيسر له ذلك بسهولة ،

لأن إمكاناته المادية كانت بسيطة ، وما كان أحدٌ من الناس يُمدُّه<sup>(٣)</sup> بالعون . فما استطاع أن يقوم بأولى اختبارات جهازه ، إلا بعدَ مرور سنوات خمس ، فارسل برقيته التاريخية الشهيرة : « تنبّه أيُّها الكون » .

إلا أن الحكومة الأميركية استقبلت اختراع «مورس» بفتور ، ولم تصادف مساعيه في أوربا غير الخيبة . ثم بسم له الحظ أخيراً ، فحصل اختراعه على براءته<sup>(٤)</sup> ، وحصل هو على اعتمادات<sup>(٥)</sup> مالية خاصة مكنته من إنشاء خطٍّ برقيٍّ جرت تجربته في ٢٤ آيار ١٨٤٤ ، إذ أرسل برقيته الثانية الشهيرة من « واشنطن » إلى « بيلتمور » ، وقد اختارها



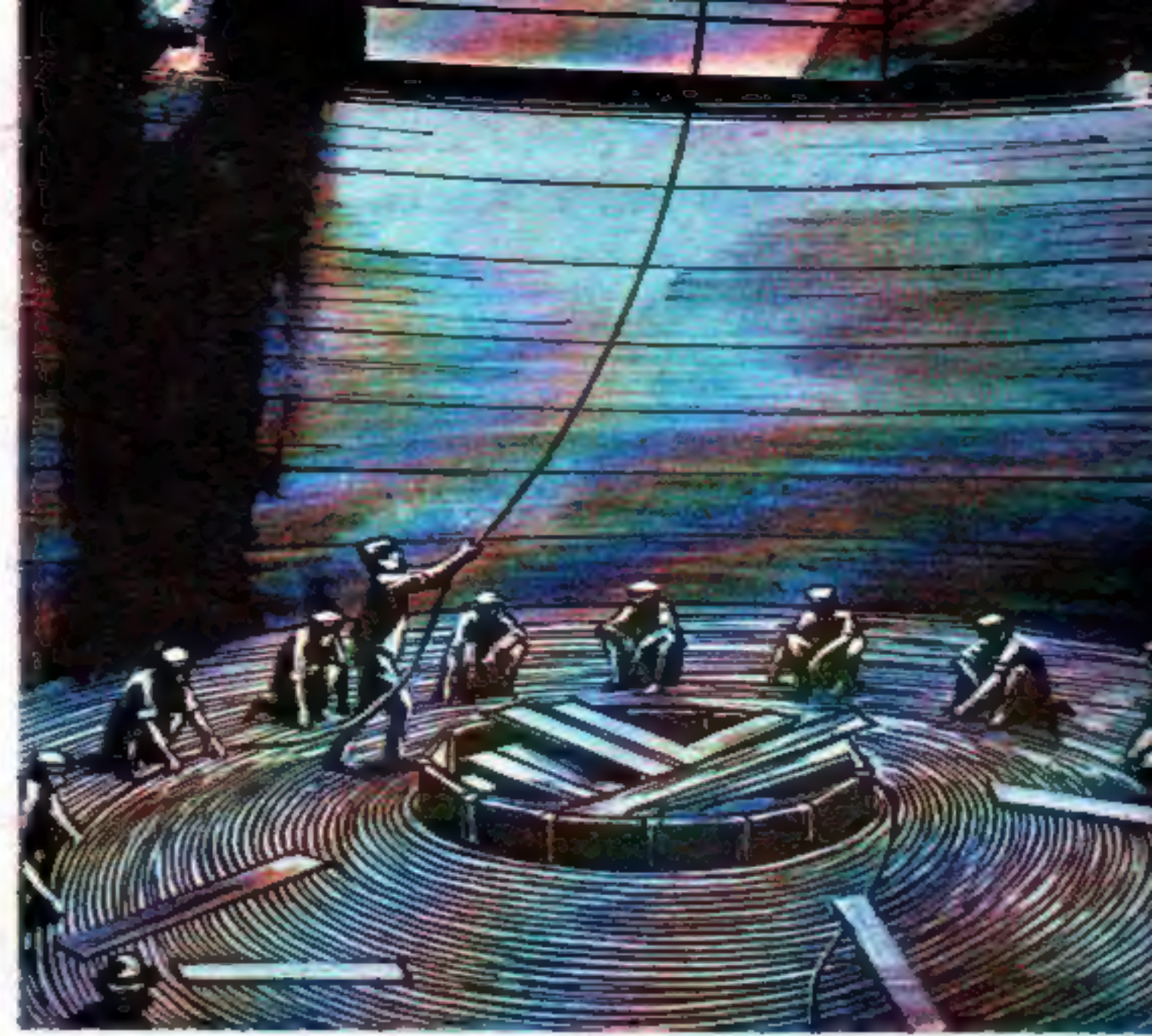
صورة بيانية لجهاز التلغراف بقسميه المرسل واللاقظ المسجل .  
إنه غاية في البساطة .



A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P
Q	R	S	T
U	V	W	X
Y	Z	1	2
3	4	5	6
7	8	9	0

أبجدية «مورس» .

مشهد الكابل الملفوف في جوف السفينة وقد هُيئ خصيصاً لهذا الغرض .



بطريق الصدفة من الكتاب المقدس ، وهي تقول : « ماذا خلقَ الله ؟ »

كان إرسالُ البرقية يقتضي اللجوءَ إلى جهاز الإرسال المتصل بالخط ، وهو مؤلف من شفرة معدنية ذات رأس محدد مواجه لمسمار معدني أيضاً . فما تُضغَطُ الشفرة حتى يلامسَ الرأسُ المسمارَ وينتقلَ التيارُ في دارته . وكان الجهاز اللاقط مؤلفاً

من كهربيس كلما مرَّ فيه التيار ، ضغَطَ بقلم (أو بريشة فيما بعد) ، على شريط من ورق تكررُ حركةُ منتظمة . وكان القلم يترك على الشريط ، وفقاً لطول فترة مرور التيار أو قصرها ، خطأً صغيراً أو نقطة . أما فكرة المجموعات التي اُتلفت فيها مجموعاتُ الإشارات الطويلة والقصيرة ، فقد استمدّها «مورس» من صديقه

سفينة «غريت إيسترن» التي مدت عام ١٨٦٦ أول كابل بحري بين أميركا وأوروبا .





« فيل » ، فشكّلت الأبجدية الشهيرة التي حملت اسمه وما زالت مستعملة حتى اليوم .  
أول ما وُضِعَ تلغراف « مورس » في الخدمة في أوربا ، في النمسا وبروسيا وسويسرا . وتبنّته فرنسا عام ١٨٥٦ . ولقد امتدّت « بمورس » سنّه حتى حضر سنة ١٨٦٦ نجاح أول كابل بحريّ عبّر المحيط الأطلسيّ ، كما حضر تدشين التمثال الذي

نُصب له في حديقة « سنترال بارك » ، في نيويورك . وما بلغ القرن التاسع عشر نهايته ، حتى كانت شبكة كثيفة من الكابلات البرقية تمتدّ عبر العالم بأسره .  
ومنذ عهد « مورس » ، أُدخِلت على التلغراف تحسينات كثيرة ، أهمّها تلك التي حقّقها « جان بُودو » ، والتي انتهت بالطابعة الحديثة المسيّرة من بعد ( التيلكس ) .

#### التفسير

- ١- يعتمد : يستعمل .
- ٢- مجدياً : نافعاً .
- ٣- يُمدّد بالعون : يقدّم له المساعدة .
- ٤- براءة اختراع : اعتراف رسميّ .
- ٥- اعتمادات : مساعدات مالية مرصودة لمشروع .

#### الاسئلة

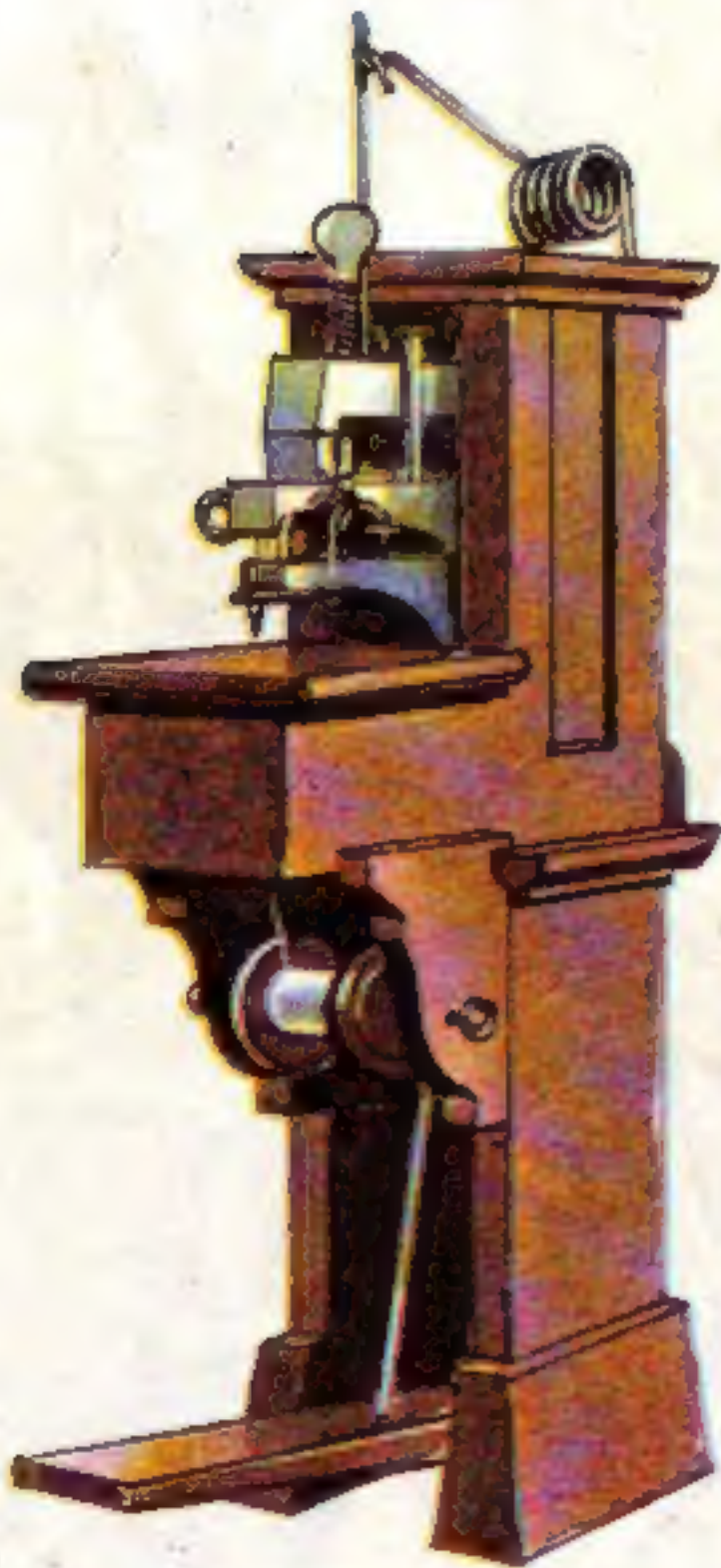
- ١- ماذا كان يفرض جهاز « شاب » البصريّ ؟
- ٢- هل كان « مورس » عالماً أو مهندساً ؟
- ٣- أين ومتى خطرت له فكرة استخدام التيار الكهربائي لنقل الوسائل ؟
- ٤- ما هي أول برقية نقلها على جهازه !
- ٥- ممّ يتركّب جهاز « مورس » التلغرافي ؟
- ٦- من هو واضع أبجدية مورس ؟



# آلة الخياطة



« برتلمي تيمونيه » : نظرة متأمله مُركزة ، ربما على إمكانات اختراعه المستقبلية ...



« الخائطة - المطرزة » الأولى التي صنعها « تيمونيه » .

كان اختراعُ آلةٍ قادرة على الخياطة بذاتها ، حلمًا طالما دغدغَ مخيَّلاتِ البعض ، في مطلع القرن التاسع عشر . ولقد حصل أحدُهم عامَ ١٨٠٤ ، على براءة (١) لآلة من هذا النوع ، ولكنَّ مشروعه لم ينجح . ثمَّ حُسِّنت هذه الآلة بعدَ ثلاثين سنة ، باستعمال إبرة حادة الطرفين مثقوبة الوسط ؛ فصُنِعَ منها آلة للتطريز ، لا تصلح للاستعمال إلا في مشغل (٢) : لأنها كانت تشملُ جهازاً من الإبر النقالة التي يوجَّهها مستنسخ (٣) آلي ، يمكنها من إعادة رسم التطريز ؛ ولأنَّ تشغيلها يتطلَّبُ عددًا من العَامِلَات .

أمَّا آلة الخياطة الفردية ، فقد قدَّمها لنا خياط بسيط من سكان « أمبلي » ، هو « برتلمي تيمونيه » (٢٧٩٣ - ١٨٥٧) ؛ ولقد بناها أول الأمر بكاملها تقريباً ، من الخشب ؛ ودعاها « الخائطة - المطرزة » . كانت إبرتها على شكل صنارة التطريز . وكانت تتحرَّك عمودياً من أعلى إلى أسفل ، فتمرَّ خلال ثقبٍ مفتوح في اللوحة التي



تحمّل القماش ، والتي كان يمتدُّ تحتها  
خيطة أفقيّة . . كانت الإبرة ، متى نزلت ،  
تخترقُ النسيج وتعلّق بالخيط الممدود  
تحت اللوحة ، لتعودَ به معقوفاً بشكل  
حلقة ، إلى ما فوق النسيج . وعندما كانت  
الإبرة تعود إلى الهبوط ، كانت تصنع مع  
هذه الحلقة « قُطْبَةَ السُّلَيْسِلِه » . وكانت هذه  
القُطْبَةُ تُعَقَّدُ تحت اللوحة ، بواسطة قضيب



صورة آلة الخياطة البيتية المعروفة ، بين ١٩٠٠ و ١٩٣٠

عاش « تيموثيه » أياماً عصيبة ، كغيره من المجدّدين الذين ظهرت اختراعاتهم وكأنّها تهدّد أرزاق العمّال الذين  
خافوا أن تحلّ الآلة محلّهم لتميهم في أحضان البطالة . مشغل تيموثيه ، عام ١٨٣١ وقد عاث فيه عمّال الخياطة  
فساداً وتدميراً .







آلات الخياطة الحديثة، في مصنع للثياب الداخلية.

عموديّ صغير، في رأسه الأعلى عينٌ يمرّ فيها الخيط. وكان هذا القضيّب يقومُ بدورةٍ كاملة حول الإبرة، عندما تكون الإبرة في أدنى<sup>(٤)</sup> نقطة من هبوطها.

لم يكن «تيمونييه» ميكانيكياً الا بالهوى والخيال، ولذلك استعان «بفران»، مدرس مدرسة المناجم في «سان إتيان»، لصنع النموذج الأول، الذي نال براءته سنة ١٨٣٠. بقي للآلة أن تُنتج صناعياً وأن تُنتشر، الأمر الذي كان المخترع يعتبره ماثرة<sup>(٥)</sup> كبيرة، لاحدً لمنافعها على الصعيد الإقتصادي. ولقد كان يقول: «ما هو مصيرُ آلة الحياكة هذه؟ لست أدري. ولكن لو سُمح لي أن آمل منها توفيرَ فرنكٍ واحد في السنة، مقابلَ خياطة الثياب الخارجية والداخلية الخاصة بكل فرد، لوَفَرْتُ لبلادي عملاً سنوياً يُساوي ٣٣ مليون فرنك، ولو أنفقَ هذا المبلغ على صناعات أخرى، لزادت الثروة القومية بما يُعادلُه...»

ولكن، وللأسف الشديد، ما كان عمالُ الخياطة في باريس، يشاطرون<sup>(٦)</sup> المخترع أفكاره الكريمة تلك. فقد اعتبروا هذه الآلة خطراً على أرزاقهم، فانقضوا<sup>(٧)</sup> على آلات الخياطة الأولى يحطّمونها، وكادوا يحطّمون «تيمونييه» نفسه، لو لم يلجأ إلى الهرب. ولما عاد إلى بلديته «أمبلي»، عاش من اللّمات التي كان يجمعها، كلما عرّض آلة الخياطة الأولى التي احتفظ بها، على جماهير المتفرّجين، الى أن مدّه يَدُ المعونة أحدُ صنّاع مدينة «ليون».

في أثناء ذلك، كان قد تحقّق في



الولايات المتحدة تقدّم حاسم<sup>(٨)</sup> ، وذلك بفضل جهاز « قُطبة المَكوك » الذي تمكّن من عقْد الخيط لدى كل قُطبة بحيث إذا انقطع الخيط ، لم تعد القُطب كلّها تنحلّ ، على غرار ما كان يحدث « لقُطبة السُلَيْسِلَة » .

#### التفسير

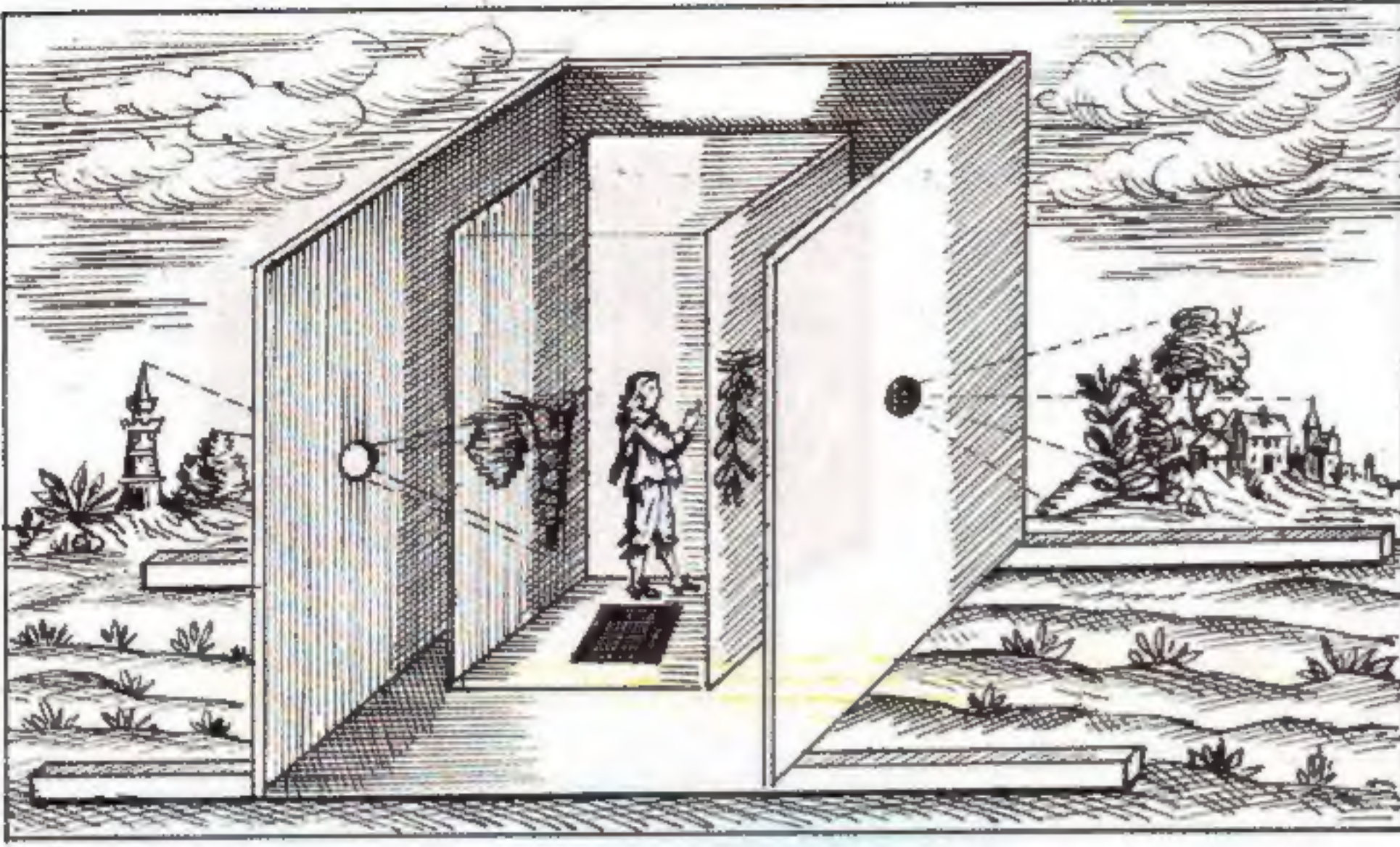
- ١ - براءة : شهادة رسمية تُعطى لتسجيل اختراع .
- ٢ - مَشغل : مكان الشغل والعمل .
- ٣ - مُستَنسخ آلي : آلة ميكانيكية تُستعمل في نسخ الرسوم .
- ٤ - أدنى نقطة : أوطأ نقطة ، أخطر نقطة .
- ٥ - ماثرة : عمل كبير مشكور .
- ٦ - شاطر : شارك ، قاسم .
- ٧ - انقضوا على : هجموا على ...
- ٨ - تقدّم حاسم : تقدّم بارز ، نهائي .

أمّا اليوم ، فعدد آلات الخياطة التي تعمل ناشطة في العالم ، لا يُحصى . بعضها صناعيّ مختصّ بخياطة الأنسجة أو الجلود ، وبعضها الآخر عائليّ يُفيد من التحسينات التي تطرأ في كلّ عام .

#### الاسئلة

- ١ - كيف كانت إبرة آلة التطريز الأولى ؟
- ٢ - لماذا لم تكن آلة التطريز هذه صالحة إلاّ لمشغل ؟
- ٣ - من اخترع أول آلة للخياطة ؟ ومتى سُجّلت ؟
- ٤ - كيف كانت تعمل آلة « تيمونيه » للخياطة ؟
- ٦ - كيف قابل عمّال الخياطة في باريس اختراع « تيمونيه » ؟
- ٧ - كيف قضى « تيمونيه » أيامه الأخيرة ؟
- ٨ - ما فضل « قُطبة المَكوك » على « قُطبة السُلَيْسِلَة » ؟





غرفة مظلمة (١٦٤٦) .

## عمر التّصوير تنفتح على كل شيء



متى ثقبنا جدارَ علبة ما ثقباً صغيراً ،  
استطعنا أن نرى على الجدار المقابل صورةً  
مقلوبة لشيء مُضاء مواجهٍ للثقب . ذاك  
كان الاختبار الذي قام به ، في أحد الأيام ،  
العالم الفيزيائيّ النابوليتاني « دِلّا بورتا »  
( ١٥٣٨ - ١٦١٥ ) ، في غرفته الخاصّة التي  
ما كان الضوء يدخلها إلّا من نافذة ضيّقة .  
وسرعان ما صُنعت غرفٌ سوداء نقّالة ،  
وسُعت نوافذُها وزُوِّدت بعدسة مقربة مجمّعة ،  
وُضعت عند بُؤرتها <sup>(١)</sup> شاشة !



على هذه الورقة ملامحُ الأشياء الثابتة في نور الشمس ، والتي وَجَّهَ نحوها عدسةُ غرفته . ولكنه لم يعرف كيف يثبَّت هذه الملامح . وعبثاً حاول ذلك « هَمفري ديفي » ! الآ أن شرفَ تذليل<sup>(٢)</sup> المصاعب التي اعتبرها « ديفي » نفسه كأداء<sup>(٣)</sup> لا تذلل ، سيعود لعالمين فرنسيَّين هما : « نيبس » و « داغير » .



جهاز « نيبس » المحفوظ في متحف « شالون - سر - مارن » .

نحن الآن في زمن عرّفت فيه الطباعة الحجرية رواجاً<sup>(٤)</sup> كبيراً ، أثار اهتمام « نيسيفور نيبس » ( ٢٧٦٥ - ١٨٣٣ ) ؛ ففكّر باستبدال حجر الطباعة بصفحة معدنية صقيلة تطبع عليها صورة الأشياء ، بنتيجة تأثير الأشعة المنيرة على صفحتها اللامعة الحساسة . فعمد إلى « قار اليهودية » الذي يتغيّر بسرعة إذا ما عُرض للنور . ولكن انطباع صورة مشهد طبيعيّ ما ، على اللوحة الموضوعة في صدر الغرفة السوداء ، كان يتطلب عرضاً لا ينقص عن ثماني ساعات ... كان « جاك داغير » ( ١٧٨٧ - ١٨٥١ ) الرسّام الماهر ومخترع « الديوراما » ( ذاك المشهد الذي عُرض على الباريسيّين سنة ١٨٢٢ ) ، يقومُ بأبحاثه في الاتجاه عينه . فاتفق الرجلان على العمل معاً ، وتمكّنا من

ولكن كيف السبيلُ الى تثبيت هذه الصور وحفظها ؟ لن يصبح التفكيرُ بهذا الاحتمال ممكناً ، الآ بعد أن يلاحظ العالم الاسوجي « شيل » ، عام ١٧٧٧ ، أن كلورور الفضة ( ملح الفضة ) يَسودُ في النور . بعد هذا بقليل ، كسا العالمُ الفيزيائي « شارل » صدر غرفته السوداء بورقة مبلولة بملح الفضة ، فارتسمت



فراشة على زهرة ، يُسجّل المصور وضعها عن كُتب .



تطوير<sup>(٥)</sup> فَنَهِمَا . تُوفِي « نَيْبِس » سَنَةَ ١٨٣٣ ،  
وتابع « دَاغِير » أَعْمَالَهُ ، فَاكْتَشَفَ الْمَادَّةَ  
الْمُظْهِرَةَ وَالْمَادَّةَ الْمُثَبِّتَةَ اللَّتَيْنِ لَا بَدَّ مِنْهُمَا ،  
فَكَانَ « الدَاغِيرُوتِيْب » الَّذِي نَالَ نَجَاحاً  
كَبِيراً جِداً ( ١٨٣٨ ) .

انطلاقاً من هذا الاكتشاف الضخم ،  
سَيَتَطَوَّرُ فَنُّ التَّصْوِيرِ ، فَيُذَلَّلُ اللَّوْنُ ،  
وَيَتَسَلَّلُ إِلَى غَيْرِ الْمَنْظُورِ ، بِمُسَاعَدَةِ الْمَجْهَرِ ،  
وَالْأَشْعَةِ الْمَجْهُولَةِ وَتَحْتَ الْحَمْرَاءِ  
وَالْفُوبِنْفَسْجِيَّةِ ، وَيَسِيطِرُ عَلَى الْحَرَكَةِ بِفَضْلِ  
التَّصْوِيرِ السَّيْنِمَائِيِّ . وَسَيَغْدُو كُلُّ شَيْءٍ قَابِلاً

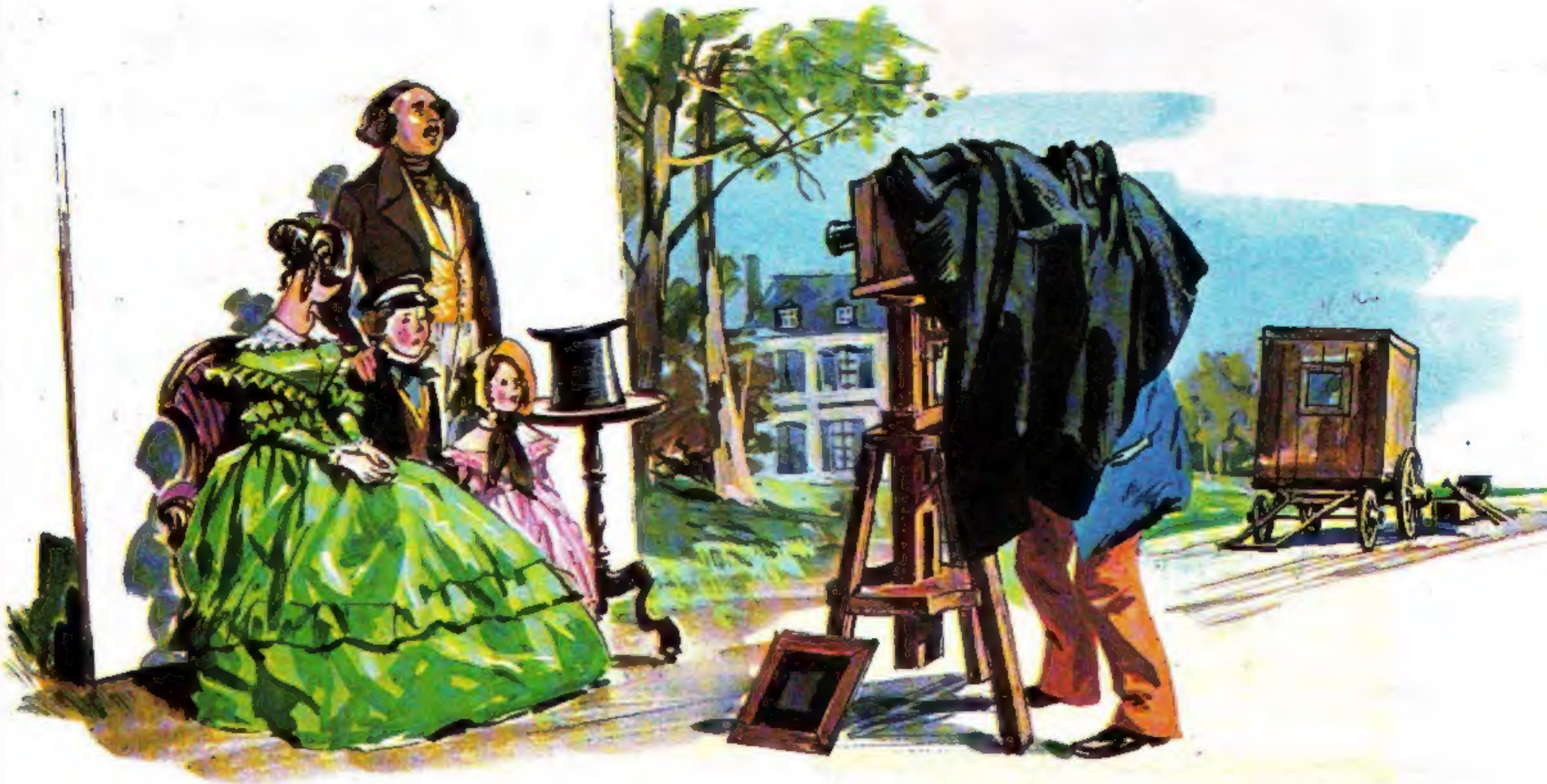
لأن يُثَبَّتَ فِي صُورَةٍ : الْآثَارُ التَّارِيخِيَّةُ  
الْمُكْتَشَفَةُ مِنْ عَلَوِّ طَائِرَةٍ ، حَرَكَاتُ زَهْرَةٍ  
تَتَفَتَّحُ ، بَرَائِكُنُ اللَّهْبِ الْمُتَفَجِّرَةِ مِنْ تَاجِ  
الشَّمْسِ ، الْجَرَائِمُ وَالْفَيُورُوسَاتُ ، وَالْجُزْئِيَّاتُ ،  
وَحَتَّى آثَارُ الْخَلَايَا الْأَوَّلِيَّةِ . وَلَمْ يَعْذْ هُنَالِكَ  
مُضْمَارٌ ، خَارِجاً عَنْ نِطاقِ التَّصْوِيرِ :  
إِخْبَارِيّاً كَانَ أَمْ تَرْبُويّاً ، أَمْ فَنِيّاً ، أَمْ مُتَّصِلاً  
بِالتَّحَرِّيِّ<sup>(٦)</sup> الْأَجْرَامِيِّ أَوْ الْبَحْثِ الْعِلْمِيِّ  
وَالصَّنَاعِيِّ .

أَمَّا الْمَصُورُونَ الْهَوَاةُ<sup>(٧)</sup> الَّذِينَ لَا يُحْصَى  
لَهُمْ عَدَدٌ ، فَقَدْ وُضِعَتْ تَحْتَ تَصَرُّفِهِمْ  
أَجْهَازُ تَصْوِيرٍ بِالْغَةِ التَّطَوُّرِ مُتَعَدِّدَةِ الْأَنْوَاعِ  
وَالْأَشْكَالِ ، فِيهَا الْخَفِيفَةُ الْوِزْنِ وَالْآلِيَّةُ ،  
وَفِيهَا الَّتِي تَسْتَطِيعُ أَنْ تَلْتَقِطَ صُورَةَ طَائِرٍ  
بَعِيدٍ أَوْ حَشْرَةٍ قَرِيبَةٍ ، وَتِلْكَ الَّتِي بَوَسْعِهَا  
أَنْ تَغُوصَ سَعِيّاً وَرَاءَ الصُّورِ التَّحْمَائِيَّةِ ،  
وَتِلْكَ الَّتِي تُعْطِيكَ عَلَى الْفُورِ صُورَةَ بَيْضَاءَ -  
سُودَاءَ أَوْ مَلَوْنَةَ ، وَتِلْكَ الَّتِي تُمْكِّنُكَ  
مِنْ الْحَصُولِ عَلَى نَتَائِجٍ خَاصَّةٍ ، وَتِلْكَ  
الْأَجْهَازَةُ الْبَالِغَةُ الصِّغَرِ ، الصَّالِحَةُ لِلتَّجَسُّسِ ،  
الَّتِي تَسْتَطِيعُ أَنْ تُشَكِّلَهَا بِجَيْبِكَ كَقَلَمِ  
الْحَبْرِ ، أَوْ أَنْ تَضَعَهَا فِي مَعْصَمِكَ  
كَالسَّاعَةِ .



صورة حصل عليها نيبس بعد عرض دام ٨ ساعات .





صورة عائلية عام ١٨٤٥ . لاحظ ضخامة جهاز التصوير  
وعربة المختبر المتجول الواقفة على الطريق .

#### الاسئلة

- ١- كيف صُنعت الغرف السوداء الأولى ؟ وإلى من يعود فضل التفكير فيها ؟
- ٢- ماذا لاحظ العالم شيل ؟ ومن طبق ملاحظته عملياً ؟ وكيف ؟
- ٣- ما هو فضل « نيبس » في تطوير آلة التصوير ؟
- ٤- وما كان فضل داغير في هذا المضمار ؟
- ٥- اذكر بعض التطورات التي بلغتها أجهزة التصوير الحديثة .

#### التفسير

- ١- البؤرة : نقطة التقاء الأشعة في العين أو في آلة التصوير .
- ٢- تذليل المصاعب : التغلب عليها .
- ٣- كأداء : شديدة الصعوبة .
- ٤- رواج : شهرة ، انتشار .
- ٥- تطوير : تحسين .
- ٦- التحري : البحث عن الحقيقة .
- ٧- هواة : جمع هاوي : غير محترف .



## ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحكم
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحمينا من الأرض • الصابون والظفان للأناسة

## النقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين • في طقم الفرس • خداس للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهدات الفراغ
- ٩ - التحكم على مسارة من هواء • المحرر في سيطرته على المتأهلي الصفر • ميزان الضغط

## من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عمرة كونيوس "البخارية إلى ستاراتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "شاري" "فرنكلين" • من المنظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفراف "شاب" • من النسيج البدائي إلى نول الحياكة • الدبابة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيادات الشقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "السينسكوب" • علم المحفزات التي تقود بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفراف الكهربائي يخترع ريتام ... • آلة الحياطة • عرصة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتغير يجهز ملايين السيارات • التبيج المخدر

## العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للتراث والضرا • هفرا بار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المديري في البناء • انبوب أشعة أكس يغير الكثافة
- ٢٣ - من الفلاسكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تخفق بالآمال الرحبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قدامة • الاتصالات البعيدة التي تنتقل على موجات الأثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يهجم • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة

## من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشافات الجزيئات الدقيقة • الرفعية الذرية • المحرر الإلكتروني عين قارة على روية الغيوم
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبيس القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تهرج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ،  
والمناطيد والغواصات الأولى ، وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية  
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :  
من القاطرة والسكة الحديدية الشقاب ، ومن التلفراف إلى التصوير  
الشمسي ، ومن الدراجة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت  
رسم : ب. برويست  
ترجمة وإعداد : سهيل سمّاحة